



Прийнято 13.10.2025. Прорецензовано 18.11.2025. Опубліковано 26.12.2025.

УДК 622.245

DOI: 10.31471/1993-9868-2025-2(44)-184-193

ДИНАМІКА ВТОРИННОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ У СТАТИЧНИХ УМОВАХ ВІД ВМІСТУ АКРИЛОВИХ РЕАГЕНТІВ

Гордійчук М. В. *

Кандидат технічних наук, доцент кафедри буріння
Філія АТ «Укргазвидобування» УкрНДІгаз
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7563-1881>
e-mail: gordijchuk.mykola@ugv.com.ua

Бейзик О. С.

Кандидат технічних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9167-7820>
e-mail: olha.beizyk@nung.edu.ua

Ковбасюк І. М.

Кандидат технічних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3653-2143>
e-mail: kimbur67@gmail.com

Васько А. І.

Кандидат технічних наук, доцент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2529-5445>
e-mail: andrii.vasko@nung.edu.ua

Васько І. А.

Студент
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
e-mail: andrii.vasko@nung.edu.ua

Запропоноване посилання: Гордійчук, М. В., Бейзик, О. С., Ковбасюк, І. М., Васько, А. І. & Васько, І. А. (2025). Динаміка вторинної фільтрації бурових розчинів у статичних умовах від вмісту акрилових реагентів. Нафтогазова енергетика, 2(44), 184-193. doi: 10.31471/1993-9868-2025-2(44)-184-193.

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Анотація. Причиною гідратації та набухання глинистих мінералів у масиві гірських порід найчастіше є фільтрат бурових розчинів на водній основі. Об'єм фільтрату залежить від перепаду тиску у свердловині, пористості та проникності гірських порід. В таких випадках виникає потреба у створенні щільного непронижного бар'єру на стінках свердловини, і фільтраційна кірка добре може слугувати такою перепорою, якщо її проникність для фільтрату нижча від проникності гірського масиву. Під час циркуляції бурового розчину виникають сприятливі умови для формування фільтраційного екрану, а для забезпечення його низьких гідродинамічних характеристик до бурового розчину додають реагенти для пониження показника фільтрації. У статті досліджено вплив реагентів на основі акрилових полімерів, які слугують флокулянтами, регуляторами реологічних параметрів, стабілізаторами фільтраційних і тиксотропних властивостей, зокрема POLYPLUS, SYPAN та POLYGUM. Проведено лабораторні дослідження з визначення залежності показника фільтрації у статичних умовах та товщини фільтраційної кірки від вмісту цих реагентів і встановлено, що найкраще понижує показник фільтрації SYPAN за концентрації 0,8–1,0% до $3 \text{ см}^3/30 \text{ хв}$, від додавання POLYGUM за концентрації 0,8–1,0% та POLYPLUS за концентрації 0,07–0,1% показник фільтрації знизився лише до $4\text{--}7 \text{ см}^3/30 \text{ хв}$. Для вивчення впливу досліджуваних полімерних хімічних реагентів на формування властивостей фільтраційної кірки, зокрема, товщини, проникності, пористості, щільності, виконано експериментальні дослідження на моделях фільтратів прісного, мінералізованого та соленасиченого бурових розчинів, у ході яких ефективність реагентів оцінювали за показником вторинної фільтрації кірки. Додавання POLYPLUS сприяло зниженню вторинної фільтрації приблизно у 1,5 рази і, що характерно, для моделі соленасиченого розчину цей показник майже утричі менший порівняно з моделями прісного та мінералізованого розчинів. Аналогічні лабораторні дослідження впливу SYPAN та POLYGUM підтвердили закономірність виконаних попередніх експериментів. За отриманими значеннями вторинної фільтрації виконано розрахунки проникності фільтраційної кірки, які дають змогу вибрати реагент, що забезпечує формування її якісних показників та суттєво знижує інтенсивність процесу фільтрації.

Ключові слова: буровий розчин; реагенти на основі акрилових полімерів; проникність фільтраційної кірки; вторинна фільтрація.

Вступ

Параметри бурового розчину є визначальними у проєктуванні технології промивання свердловини і суттєво впливають на якість формування стовбура свердловини та його стійкість. Значну роль для збереження стійкості стінок свердловини відіграє показник фільтрації та товщина фільтраційної кірки. Ці параметри найбільше залежать від перепаду тиску у свердловині та величини репресії на пласт, яка не повинна спричинити поглинання бурового розчину. Частково виникненню поглинання запобігає процес проникнення твердої фази у пори і тріщини пристовбурової зони та формування тонкої щільної глинистої кірки з низькою проникністю. Товщина фільтраційної кірки прямо залежить від показника фільтрації (водовіддачі) – з його збільшенням зростають товщина та проникність кірки. Це, своєю чергою, спричиняє виникнення ускладнень, пов'язаних зі зменшенням ефективного діаметра стовбура свердловини, появою надмірного моменту під час обертання бурильної колони та затягуванням її під час підйому. Для зниження товщини та проникності фільтраційної кірки до мінімуму буровий розчин обробляють полімерними реагентами на основі крохмалю, водорозчинних етерів целюлози, акрилових полімерів, хромлігносульфонатів тощо. Показник фільтрації оцінюють у статичних (за відсутності циркуляції) і динамічних (коли розчин циркулює) умовах. Збільшення товщини фільтра-

ційної кірки під час циркуляції обмежене ерозійною дією потоку бурового розчину. Швидкість динамічної фільтрації значно вища за статичну, що спричиняє проникнення великих об'ємів фільтрату бурового розчину у пласт. На статичну фільтрацію дисперсійного середовища впливають репресія на пласт, температура і тривалість фільтраційного процесу, концентрація і тип хімічних реагентів, пористість, проникність розбурюваних порід та інші.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень та публікацій

Фільтрат бурового розчину, проникаючи у тріщини глинистих порід, спричиняє зростання капілярного тиску у тріщинах, набухання та випучування глинистих порід за рахунок міжплощинної гідратації, зниження сил зчеплення. Внаслідок цього глинисті породи набухають, розмокають, а ступінь розпадання глини зумовлений ступенем гідратації глинистих частинок і швидкістю гідратації маси глини, яка дорівнює швидкості дифузії води. Гідратація та змочування з часом практично розповсюджується на весь об'єм породи [1]. У цьому випадку сили зчеплення між частинками глини екрануються, що призводить до самовільного диспергування без прикладання навантаження до взірця породи, або – до значних деформацій за умови створення навантаження.

Такі процеси призводять до [1]:

- виникнення інтенсивних обвалювань та осипань стінок свердловини під час розкриття інтенсивних товщ глинистих відкладів;

- звуження порових каналів і тріщин у породах колекторах та зниження продуктивності свердловини.

Для запобігання інтенсивному проникненню фільтрату у пласти необхідно створити мало проникний бар'єр на стінках свердловини. Цьому питанню присвятили свої наукові дослідження такі зарубіжні та вітчизняні вчені, як Chesser B. G. [2], Clark D. E. [2], Wise W. V. [2], Chi Tien [3], Renbi Bai [3], Peden J. M. [4], Кунцяк Я. В. [5], Лубан Ю. В. [5], Лубан С. В. [5], Оринчак М. І. [6], Milligan D. I. [8] та інші. На показник фільтрації дисперсійного середовища та проникність фільтраційної кірки впливають чимало факторів, серед яких найпоширенішими є репресія на пласт, температура і тривалість фільтраційного процесу, концентрація і тип хімічних реагентів, пористість, проникність розбурюваних порід та інші. Товщина і проникність фільтраційної кірки прямо залежить від показника фільтрації бурових розчинів [7]. Отже, фільтраційна кірка з низькою проникністю запобігає негативному впливу фільтрату на масив гірських порід та залежить від ряду факторів, тому проблема є актуальною і потребує вивчення і вирішення.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми

Показник фільтрації більшості типів бурових розчинів насамперед регулюють глинопо-рошком із високим ступенем дисперсності, хімічними реагентами на основі крохмалю, водорозчинних етерів целюлози, акрилових полімерів, деяких біополімерів, лігносульфонатів та гумінових кислот, інколи мастильними домішками, і залежить від концентрації та комбінації цих класів хімічних реагентів з іншими компонентами бурових розчинів [3, 4, 5, 8]. Варто зауважити, що ступінь мінералізації бурових розчинів, забезпечений вмістом інгібіторів, з одного боку сповільнює гідратацію і набухання материнських глинистих мінералів, а з іншого – спричиняє підвищення фільтраційних властивостей бурових розчинів і інтенсифікацію електролітичних коагуляційних процесів. У статті запропоновано напрями регулювання фільтраційних процесів на підставі результатів лабораторних досліджень.

Мета та завдання досліджень

Метою дослідження є встановлення залежності проникності фільтраційної кірки від

концентрації та типу реагентів на основі акрилових полімерів у бурових розчинах різного ступеня мінералізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- підібрати види хімічних реагентів на основі акрилових полімерів з урахуванням їх солестійкості та термостійкості;

- виконати експериментальні дослідження, на підставі яких проаналізувати вплив різних акрилових полімерів, які забезпечували б стабільність вторинної фільтрації у різних гірничо технологічних умовах;

- запропонувати для регулювання фільтраційних параметрів прісних та мінералізованих бурових розчинів реагент, що сприятиме зниженню інтенсивності проникнення фільтратів у гірські породи.

Висвітлення основного матеріалу дослідження

Серед акрилових полімерів для дослідження вибрано поліакриламід (POLYPLUS), гідролізований поліакрилонітрил (SYNAN) та поліакрилгумат калієвий (POLYGUM) .

POLYPLUS – порошкоподібний реагент від білого до жовто кремового кольору, повільно розчинний у воді. У практиці буріння використовують для забезпечення флокуляційних і додатково фільтраційних властивостей з межею термостійкості до 180°C.

SYNAN – порошкоподібний реагент білого або коричневого кольору повільно розчинний у воді. Призначений для пониження фільтрації бурових розчинів та додатково флокулює глинисту фазу з межею термостійкості до 205°C.

POLYGUM – порошкоподібний реагент темно коричневого або чорного кольору, призначений для пониження показника фільтрації прісних і мінералізованих бурових розчинів, додатково володіє флокуляційними властивостями, повільно розчинний у воді, а межа термостійкості становить 175°C.

Лабораторні дослідження виконуємо на попередньо прогрідатованій глинистій суспензії впродовж 48 годин, яка характеризується такими параметрами: густина – 1030 кг/м³, умовна в'язкість – 25 с, пластична в'язкість – 8 мПа•с, динамічне напруження зсуву – 11 дПа, показник фільтрації – 16 см³/30 хв., товщина фільтраційної кірки – 3 мм.

Для встановлення рекомендованої концентрації акрилові реагенти вводимо до порцій глинистої суспензії, ретельно перемішуємо впродовж двох годин на міксері зі швидкістю

Таблиця 1 – Зміна параметрів глинистої суспензії від вмісту акрилових реагентів

№	Назва реагента	Концентрація реагента, %	Параметри суспензії після обробки акриловими полімерами			
			Φ, см ³ /30хв	К, мм	η _{пл} , мПа с	τ ₀ , дПа
1	POLYPLUS	0,01	12	3	6	80
		0,03	11	2,5	7	85
		0,05	9	2,5	9	90
		0,07	7	2,0	10	95
		0,10	7	1,5	11	98
2	SYPAN	0,1	8	2,0	16	45
		0,3	7	2,0	21	51
		0,6	6	1,5	25	57
		0,8	4	1,5	28	62
		1,0	3	1,0	32	65
3	POLYGUM	0,2	9	2,0	10	15
		0,4	8	2,0	12	17
		0,6	6	2,0	15	20
		0,8	5	2,0	17	25
		1,0	4	1,5	18	28

обертання понад 500 об/хв. Відтак на приладі фільтр-прес Offite впродовж 30 хв. формуємо фільтраційну кірку згідно зі стандартною методикою.

У лабораторії виконуємо серію проміжних досліджень, під час яких до кожної порції глинистої суспензії вводимо акрилові реагенти у концентраціях, наведених у таблиці 1, та вимірюємо параметри глинистої суспензії після хімічного оброблення за стандартними методиками, які внесли до відповідних колонок таблиці 1.

Як бачимо з результатів, наведених у таблиці 1, SYPAN має найкращу динаміку у пониженні показника фільтрації порівняно з POLYGUM та POLYPLUS. Аналізуючи динаміку реологічних параметрів, зокрема динамічного напруження зсуву, можна стверджувати, що кращі показники виявлено від оброблення POLYPLUS. Такі результати можна пояснити тим, що для реагента POLYPLUS основним призначенням є надання флокуляційних властивостей, у SYPAN – пониження фільтраційних властивостей, а під час оброблення реагентом POLYGUM виявлено, що загальна ефективність від дії цього реагента нижча.

Після вимірювання показника фільтрації порцій глинистих суспензій, оброблених акриловими реагентами, фільтр прес розбираємо і акуратно виймаємо фільтраційний папір зі сформованою фільтраційною кіркою. В подальшому на ній оцінюємо швидкість фільтрації прісних, мінералізованих та соленасичених розчинів. Для цього використовуємо такі моделі фільтратів відповідних бурових розчинів:

- прісна вода, що моделює фільтрат прісного бурового розчину;

- 5% водний розчин хлориду калію, що моделює фільтрат мінералізованого бурового розчину;

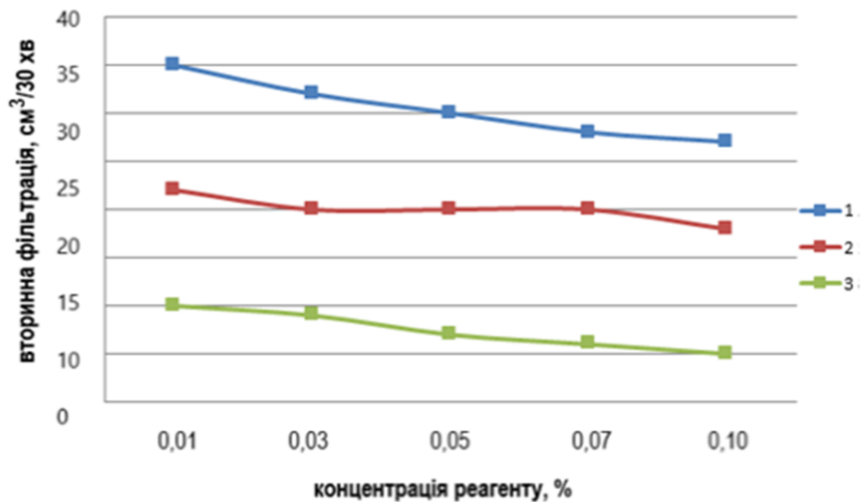
- 25% водний розчин хлориду натрію, що моделює фільтрат соленасиченого бурового розчину.

На першому етапі досліджували проникність та швидкість фільтрації на кірці, сформованій глинистою суспензією, яку обробляли POLYPLUS в кількості відповідно до таблиці 1. За результатами лабораторних експериментів побудовано графічні залежності, які наведено на рисунку 1.

Як бачимо з наведеного на рисунку 1 графіка, зі збільшенням концентрації реагента від 0,05% до 0,10% інтенсивність зниження вторинної фільтрації не значна, і така тенденція спостерігається для моделей фільтратів прісного, мінералізованого і соленасиченого розчинів. Вторинна фільтрація для моделі соленасиченого у 2-3,5 рази менша залежно від концентрації POLYPLUS, порівняно із об'ємами моделей прісного та мінералізованого фільтратів.

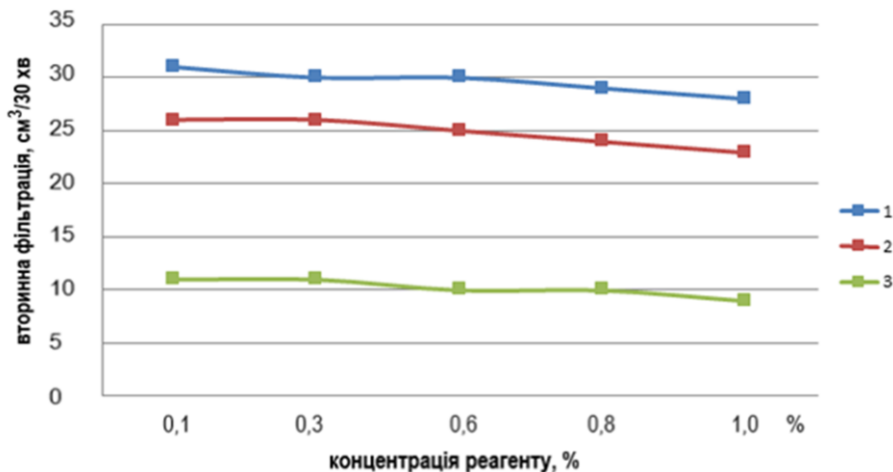
Це, на нашу думку, пов'язано із впливом одновалентних іонів електролітів на фізико-хімічні процеси у глинистих мінералах з одного боку та на підвищення структурних властивостей кірки – з іншого.

Для вивчення впливу фільтраційних процесів від дії SYPAN в кількості від 0,1% до 1,0% на гідродинамічні властивості кірки на другому етапі сформовану фільтраційну кірку просочували моделями фільтратів прісних,



1 – фільтрат прісного розчину;
2 – фільтрат мінералізованого розчину;
3 – фільтрат соленасиченого розчину

Рисунок 1 – Залежність вторинної фільтрації від концентрації POLYPLUS для моделей фільтратів різного ступеня мінералізації



1 – фільтрат прісного розчину;
2 – фільтрат мінералізованого розчину;
3 – фільтрат соленасиченого розчину.

Рисунок 2 – Залежність вторинної фільтрації від концентрації SYPAN для моделей фільтратів різного ступеня мінералізації

мінералізованих та соленасичених розчинів, склад яких вказано вище.

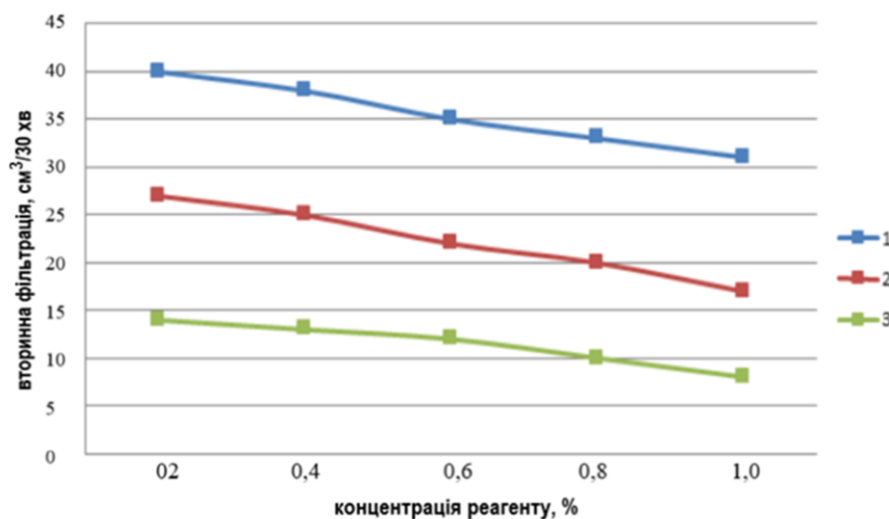
За результатами лабораторних досліджень побудовано графічні залежності вторинної фільтрації від вмісту SYPAN, які зображено на рисунку 2.

Як бачимо з графічних залежностей, наведених на рисунку 2, зі збільшенням концентрації SYPAN від 0,1% до 1,0% вторинна фільтрація зменшується дуже слабо, за концентрації SYPAN від 0,8 до 1,0% показник зменшився всього на 20 % для всіх моделей фільтрату. Вторинна фільтрація моделей фільтратів прісного та мінералізованого розчинів майже удві-

чі–утричі вища ніж для моделі фільтрату соленасиченого розчину.

На нашу думку, це пов'язано із тим, що SYPAN слабо спонукає до нарощування структурно-механічних властивостей з підвищенням концентрації.

На третьому етапі досліджували вплив POLYGUM на вторинну фільтрацію та проникність попередньо сформованої фільтраційної кірки. Концентрацію POLYGUM змінювали від 0,2% до 1,0% від об'єму розчину. За результатами експериментальних досліджень побудовано графічні залежності, які наведено на рисунку 3.



1 – фільтрат прісного розчину;
 2 – фільтрат мінералізованого розчину;
 3 – фільтрат соленасиченого розчину

Рисунок 3 – Залежність вторинної фільтрації від концентрації POLYGUM для моделей фільтратів різного ступеня мінералізації

Аналізуючи графічні залежності, наведені на рисунку 3, бачимо, що для моделей фільтрату прісного, мінералізованого та соленасиченого розчинів характерне зниження вторинної фільтрації зі збільшенням концентрації реагенту. Об'єм фільтрату соленасиченого розчину у 1,8-2,5 рази більша, ніж у прісного і мінералізованого.

Такий характер впливу POLYGUM, на нашу думку, пов'язаний зі зміцненням фізико-хімічних зв'язків між полімером, дисперсійним середовищем та колоїдною фазою розчину.

На підготовлених моделях фільтратів оцінюємо об'єм, що проникав через фільтраційну кірку, який вирішили назвати вторинним показником фільтрації.

За результатами лабораторних експериментів з дослідження впливу реагентів на основі акрилових полімерів на вторинну фільтрацію визначаємо величину проникності фільтраційної кірки за формулою 1 [6], а результати зведемо у таблиці 2.

$$k_{\text{фк}} = \frac{(V \cdot \delta \cdot \mu) \cdot 10^6}{\Delta p \cdot F \cdot t}, [\text{нм}^2] \quad (1)$$

де V – об'єм фільтрату, що відфільтрувався через фільтраційну кірку за 30 хв, см^3 ;

δ – товщина фільтраційної кірки, мм;

μ – пластична в'язкість фільтрату залежно від температури дослідів, $\text{мПа} \cdot \text{с}$;

Δp – перепад тиску, МПа ;

F – площа фільтраційної кірки, мм^2 ;

t – тривалість фільтрації моделей фільтратів через фільтраційну кірку, с.

Як свідчать результати аналітичних досліджень, наведених у таблиці 2, проникність фільтраційної кірки знижується у 1,3 рази для моделі прісного фільтрату, у 1,05 – для моделі мінералізованого фільтрату та у 2 рази – для моделі соленасиченого фільтрату.

На особливу увагу заслуговують результати дослідження проникності фільтраційної кірки на моделі соленасиченого фільтрату. Варто зазначити, що зі збільшенням концентрації POLYPLUS проникність фільтраційної кірки для моделі соленасиченого фільтрату менша у 3,8-6 рази порівняно із прісним фільтратом, а порівняно із мінералізованим – у 2,3-4,5 рази. Така характерна відмінність зміни проникності від ступеня мінералізації моделі фільтрату, на нашу думку, залежить від здатності до формування структури одновалентними іонами та зміцнення міжмолекулярних зв'язків та між фазової взаємодії на межі фільтрат-фільтраційна кірка.

Як свідчать результати розрахунків, наведених у таблиці 2, проникність фільтраційної кірки збільшується зі збільшенням концентрації SYPAN у 1,2 рази для моделі прісного фільтрату, у 1,22 – для моделі мінералізованого фільтрату та у 1,1 рази – для моделі соленасиченого фільтрату. Аналогічно, як і для інших досліджуваних реагентів, проникність моделі соленасиченого фільтрату майже у 2,3-3 рази менша. Отже, зі збільшенням концентрації реагента проникність фільтраційної кірки зростає.

Таблиця 2 – Результати розрахунку залежності проникності фільтраційної кірки від концентрації POLYPLUS, SYPAN, POLYGUM

Реагент	Концентрація, %	Проникність фільтраційної кірки, нм ²		
		прісна вода	вода+5%KCl	вода+25%NaCl
POLYPLUS	0,01	657,0	432,2	171,8
	0,03	608,5	393,8	165,1
	0,05	620,6	408,6	143,8
	0,07	554,9	396,5	108,7
	0,10	549,4	424,5	92,7
SYPAN	0,1	1187,5	947,8	423,3
	0,3	1232,5	992,8	441,6
	0,6	1295,2	1047,4	468,3
	0,8	1356,2	1078,8	488,2
	1,0	1419,6	1150,3	467,8
POLYGUM	0,2	806,4	543,5	285,6
	0,4	758,3	513,3	255,5
	0,6	694,6	436,4	225,6
	0,8	673,8	394,3	185,4
	1,0	644,6	352,3	165,7

Збільшення проникності фільтраційної кірки зі збільшенням концентрації SYPAN пояснюється тим, що реагент суттєво впливає на показник фільтрації. Проте спостерігається зростання реологічних параметрів розчину, що може призводити до зростання локальних осмотичних тисків та збільшення розміру каналів у фільтраційній кірці.

Оцінюючи результати аналітичних досліджень проникності, наведених у таблиці 2, бачимо, що зі збільшенням концентрації POLYGUM спостерігається тенденція до зменшення проникності фільтраційної кірки – для моделі прісного розчину у 1,26, для моделі мінералізованого розчину у 1,53 та для моделі соленасиченого розчину у 1,7 рази. Варто зауважити, що зі збільшенням концентрації POLYGUM проникність фільтраційної кірки для моделі соленасиченого фільтрату менша у 2,85-3,87 рази порівняно із моделлю прісного фільтрату, а порівняно із моделлю мінералізованого – у 1,93-2,12 рази.

Отримані результати аналітичних досліджень проникності фільтраційної кірки мають малі величини і свідчать про те, що POLYGUM призводить до суттєвого зменшення її проникності. На нашу думку така закономірність пов'язана із виникненням міцних міжмолекулярних зв'язків у фільтраційній кірці.

Отже, серед досліджуваних акрилових реагентів SYPAN найефективніше понижує показник фільтрації бурового розчину, проміжні результати зафіксовано під час використання реагента POLYGUM, а найвищі показники ви-

явлено під час використання POLYPLUS. Але сформована фільтраційна кірка має найменшу проникність саме у порціях розчину з додаванням POLYPLUS, що підтверджується результатами, вказаними у таблиці 2. На нашу думку, такий результат пов'язаний з формуванням стійких міжмолекулярних зв'язків та міцної структури у фільтраційній кірці завдяки значно більшій довжині ланцюга полімера POLYPLUS та його міцності. Ще одним чинником, що спричиняє вищу вторинну фільтрацію у фільтраційній кірці бурових розчинів, оброблених POLYGUM та SYPAN, слугує підвищений показник pH цих реагентів. Як відомо, у лужному середовищі тверді частинки збільшуються в об'ємі і знижують щільність кірки та підвищують її пористість та проникність. Окремо варто зауважити, що для всіх реагентів спостерігалася тенденція значно нижчих показників вторинної фільтрації для моделі соленасиченого розчину, яку можна пояснити інгібувальною здатністю неорганічних солей. Для забезпечення ефективного пониження показника фільтрації та зниження проникності фільтраційної кірки доцільно застосовувати комбінацію двох реагентів POLYPLUS та SYPAN у масовому співвідношенні 1:2, використання яких забезпечить синергетичний ефект.

Висновки

1 Гідратация та набухання глинистих мінералів, що входять до складу материнських глин у пісковиках, аргілітах, алевролітах, пісковиках тощо, є вагомим основною причиною

зниження міжмолекулярних зв'язків у міжплщинному просторі мінералів. І, відповідно, чим більше фільтрату бурового розчину проникає на значну віддаль у масиви гірських порід, тим вища інтенсивність виникнення геотехнологічних ускладнень та в подальшому і аварій у свердловинах.

2 Встановлено, що об'єм фільтрату можна знизити додаванням до бурового розчину полімерних реагентів і серед акрилових полімерів найкраще знижує показник фільтрації SYPAN, що є комбінацією гуматних та акрилових реагентів у співвідношенні 10:1, та додатково добре стабілізує реологічні та структурно-механічні параметри розчинів.

3 Досліджувані реагенти сприяють формуванню фільтраційної кірки товщиною до 1–2 мм, що має щільну структуру, завдяки чому діаметр стовбура свердловини мало відрізняється від діаметра долота та не виникають передумови для прихоплення бурильного інструмента від прилипання та заклинювання.

4 На основі експериментальних досліджень встановлено, що фільтраційна кірка, сформована буровим розчином з додаванням POLYPLUS має найнижчу проникність порівняно з іншими досліджуваними реагентами, тобто її гідродинамічні властивості дозволяють запобігти надмірному проникненню фільтрату бурового розчину у гірський масив.

5 Встановлено на підставі лабораторних експериментів, що вторинна фільтрація має найбільші показники для моделей фільтрату прісного бурового розчину і зменшується зі збільшенням концентрації неорганічних інгібіторів маже удвічі-утричі.

Подяки

Відсутні.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаних джерел

1. Armstrong A. K., Snavely P. D., Addicott W. O. Porosity evolutions of upper Miocene reefs of America province Southern Spaine. *Bull. Amer. Assoc. Geol.* 1980. Vol. 64. No. 3. P. 188–208. DOI: [10.1306/2F918950-16CE-11D7-8645000102C1865D](https://doi.org/10.1306/2F918950-16CE-11D7-8645000102C1865D)
2. Chesser B. G., Clark D. E., Wise W. V. Dynamic and Static Filtrate-Loss Techniques for Monitoring Filter-Cake Quality Improves Drilling-Fluid Performance. *SPE Drill & Compl.* 1994. Vol. 9 (03). P. 189–192. DOI: [10.2118/20439-PA](https://doi.org/10.2118/20439-PA).
3. Tien C., Bai R., Ramarao B. V. Analysis of Cake Growth in Cake Filtration: Effect of Fine Particle Retention. *AIChE J.* 2004. Vol. 43 (1). P. 33–44. DOI: [10.1002/aic.690430106](https://doi.org/10.1002/aic.690430106).
4. Peden J. M., Arthur K. G., Avalos M. R. The Analysis of Filtration Under Dynamic and Static Conditions. SPE 12503 presented at the Formation Control Symposium held in Bakersfield, CA. 1984. February 13–14. DOI: [10.2118/12503-MS](https://doi.org/10.2118/12503-MS).
5. Кунцяк Я. В., Лубан Ю. В., Лубан С. В., Кулик Я. І. До питання кольматації проникних пластів під час використання безглинистих промивальних рідин. *Нафтогазова галузь України*. 2013. № 4. С. 10–14. URL: http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/3505/1/2013_%e2%84%9664_3.pdf (дата звернення: 25.11.2025).
6. Оринчак М. І., Чудик І. І., Бейзик О. С., Кирчей О. І. Удосконалення технології запобігання обвалювань та осипань стінок свердловини. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2015. № 2 (55). С. 35–42. URL: <https://pdogf.com.ua/uk/journals/2-55> (дата звернення: 25.11.2025).
7. Beizyk O. S., Petryshak O. A., Tverdokhlib S. O. The Influence Of Cellulose Reagents On The Permeability Of The Filtration Cake Under Dynamic Conditions. Formation of innovative potential of world science. *Tel Aviv State of Israel*. 2022. P. 117–118. DOI: [10.36074/scientia-19.08.2022](https://doi.org/10.36074/scientia-19.08.2022).
8. Hawking P., Midlands E. Relationship between diagenesis porosity reductions and oil Emplacement in late Carboniferous Sandstone reservoir, Bothemsall oilfield. *J. Geol. Soc.* 1978. Vol. 135. No. 1. P. 7–24. DOI: [10.1144/gsjgs.135.1.0007](https://doi.org/10.1144/gsjgs.135.1.0007).

References

1. Armstrong, A. K., Snavely, P. D., & Addicott, W. O. (1980). Porosity evolutions of upper Miocene reefs of America province Southern Spaine. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 64(3), 188–208. <https://doi.org/10.1306/2F918950-16CE-11D7-8645000102C1865D>

2. Chesser, B. G., Clark, D. E., & Wise, W. V. (1994). Dynamic and Static Filtrate-Loss Techniques for Monitoring Filter-Cake Quality Improves Drilling-Fluid Performance. *SPE Drilling & Completion*, 9(3), 189–192. <https://doi.org/10.2118/20439-PA>
3. Tien, C., Bai, R., & Ramarao, B. V. (2004). Analysis of Cake Growth in Cake Filtration: Effect of Fine Particle Retention. *AIChE Journal*, 43(1), 33–44. <https://doi.org/10.1002/aic.690430106>
4. Peden, J. M., Arthur, K. G., & Avalos, M. R. (1984). The Analysis of Filtration Under Dynamic and Static Conditions. SPE 12503 presented at the Formation Control Symposium. <https://doi.org/10.2118/12503-MS>
5. Kuntsiak, Ya. V., Luban, Yu. V., Luban, S. V., & Kulyk, Ya. I. (2013). Do pytannia kolmatatsii pronyknykh plastiv pid chas vykorystannia bezhlynystykh promyvalnykh ridyn [On the issue of clogging permeable layers when using clay-free drilling fluids]. *Naftohazova haluz Ukrainy*, (4), 10–14. http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/3505/1/2013_%e2%84%964_3.pdf [in Ukrainian].
6. Orytsak, M. I., Chudyk, I. I., Beizyk, O. S., & Kyrchei, O. I. (2015). Udoskonalennia tekhnolohii zapobihannia obvaliuvan ta osypan stinok sverdlovyny [Improvement of technology for preventing collapses and sloughing of well walls]. *Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovysch*, (2(55)), 35–42. <https://pdogf.com.ua/uk/journals/2-55> [in Ukrainian].
7. Beizyk, O. S., Petryshak, O. A., & Tverdokhlib, S. O. (2022). The Influence Of Cellulose Reagents On The Permeability Of The Filtration Cake Under Dynamic Conditions. *Formation of innovative potential of world science* (P. 117–118). Scientia. <https://doi.org/10.36074/scientia-19.08.2022>
8. Hawking, P., & Midlands, E. (1978). Relationship between diagenesis porosity reductions and oil Emplacement in late Carboniferous Sandstone reservoir, Bothemsall oilfield. *Journal of the Geological Society*, 135(1), 7–24. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.135.1.0007>

DYNAMICS OF CHANGES IN STATIC SECONDARY FILTRATION OF DRILLING MUDS DEPENDING ON THE CONTENT OF ACRYLIC REAGENTS

Gordiichuk M. V.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Branch of JSC "Ukrgezvydobuvannya" UkrNDIgaz
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7563-1881>
e-mail: gordijchuk.mykola@ugv.com.ua

Beizyk O. S.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9167-7820>
e-mail: olha.beizyk@nung.edu.ua

Kovbasiuk I. M.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3653-2143>
e-mail: kimbur67@gmail.com

Vasko A. I.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2529-5445>
e-mail: andrii.vasko@nung.edu.ua

Vasko I. A.

Student
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Karpatska Str., 15, Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
e-mail: andrii.vasko@nung.edu.ua

Abstract. The cause of hydration and swelling of clay minerals in rock mass most often is the filtrate of water-based drilling fluids. The volume of filtrate depends on the pressure drop in the well, the porosity and permeability of the rock. In such cases, there is a need to create a dense impermeable barrier on the walls of the well, and the filtration crust can serve as such a barrier if its permeability to filtrate is lower than the permeability of the rock mass. During the circulation of the drilling fluid, favourable conditions arise for the formation of a filtration screen, and to ensure its low hydrodynamic characteristics, reagents are added to the drilling fluid to reduce the filtration index. The article discusses the effect of acrylic polymer-based reagents that serve as flocculants, rheological parameter regulators, and stabilisers of filtration and thixotropic properties, in particular POLYPLUS, SYPAN, and POLYGUM. Laboratory studies were conducted to determine the dependence of the filtration index under static conditions and the thickness of the filtration crust on the content of these reagents, and it was found that SYPAN best reduces the filtration index at a concentration of 0.8–1.0% to 3 cm³/30 min, with the addition of POLYGUM at a concentration of 0.8–1.0% and POLYPLUS at a concentration of 0.07–0.1%, the filtration index decreased only to 4–7 cm³/30 min. To study the influence of the studied polymer chemical reagents on the formation of filtration crust properties, in particular, thickness, permeability, porosity, and density, experimental studies were carried out on models of fresh, mineralised, and salt-saturated drilling fluid filtrate, during which the effectiveness of the reagents was evaluated by the secondary filtration index of the crust. The addition of POLYPLUS contributed to a reduction in secondary filtration by approximately 1.5 times and, characteristically, for the salt-saturated solution model, this indicator is almost three times lower compared to the models of fresh and mineralised solutions. Similar laboratory studies of the effect of SYPAN and POLYGUM confirmed the regularity of the previous experiments. Based on the obtained values of secondary filtration, calculations of the permeability of the filtration crust were performed, which allow selecting a reagent that ensures the formation of its quality indicators and significantly reduces the intensity of the filtration process.

Keywords: drilling mud; reagents based on acrylic polymers; permeability of the filtration crust; secondary filtration.